

**КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
ИНСТИТУТ ФУНДАМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ**

**КАФЕДРА БИОЭКОЛОГИИ**

**К.К.ИБРАГИМОВА, Т.Ш.ЛЕОНОВА**

**ЭКОЛОГИЯ И РАЦИОНАЛЬНОЕ  
ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ**

**Учебно-методическое пособие  
для практических занятий**

**КАЗАНЬ - 2014**

*Печатается по решению учебно-методической комиссии  
Института фундаментальной медицины и биологии КФУ*

**Рецензент:**

кандидат биологических наук,  
доцент кафедры биоэкологии КФУ **Н.С.Архипова;**

**Ибрагимова К.К., Леонова Т.Ш.**

**Экология и рациональное природопользование** / К.К. Ибрагимова. –  
Казань: Казан. ун-т, 2014. – 63 с.

Рассматриваются вопросы состояния и динамики взаимодействия природной среды и общества. Практические задания направлены на развитие у обучающихся навыков самостоятельного решения экологических и природоохранных задач, расширение их знаний по изучаемой теме.

Учебно-методическое пособие предназначено студентам биологических специальностей и направлений подготовки бакалавров, обучающихся на естественных факультетах университета и изучающих в соответствии с учебными планами курс «Общей экологии», «Экология и природопользование».

Подготовлено на основе опыта проведения занятий со студентами биологических специальностей на биолого-почвенном факультете и в Институте фундаментальной медицины и биологии. Соответствует требованиям ФГОС высшего профессионального образования к данной дисциплине.

© Ибрагимова К.К., Леонова Т.Ш. 2014

© Казанский университет, 2014

## ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Цель дисциплины - сформировать у студентов представление о сложных взаимосвязях живых организмов друг с другом и с окружающей средой, об особенностях функционирования экосистем разного уровня и пределах антропогенного воздействия на экосистемы, а также о влиянии хозяйственной деятельности человека на биосферу. Задачами курса является:

- формирование представления об экологии как науке, изучающей единство живых организмов на всех уровнях их организации и неживой природы;
- изучение живых организмов на всех уровнях их организации;
- изучение разнообразия факторов, действующих на живые организмы, сред жизни и характер приспособления организмов к жизни в них;
- освоение методов научных исследований и получение навыков применения экологических знаний в практической деятельности людей;
- изучение закономерностей круговорота веществ и потока энергии в экосистеме.

В результате изучения дисциплины студент должен знать:

- основные закономерности, правила, понятия и терминологию современной экологии;

- о современных проблемах экологии, состоянии и перспективах развития знаний об адаптациях и их роли в поддержании гомеостаза живого организма;

уметь:

- анализировать, систематизировать и обобщать данные, полученные в ходе наблюдений в природе и в экспериментах;

- делать выводы при анализе полученных данных;

владеть:

- системой знаний об экосистемах и закономерностях их организации и функционирования;

- основными методами биологических и экологических исследований, умением работать с живыми объектами и их сообществами в природе и лабораторных условиях.

## ЗАНЯТИЕ 1

Тема: Предмет экологии, ее цели и задачи. Значение экологии в современный период.

Цель занятия: сформировать основные понятия об экологии как самостоятельной науке; определить основные цели современной экологии, ее предмет и задачи.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. Предмет, цели и задачи экологии.
2. Объекты изучения экологии, методы исследования.
3. Этапы развития экологии.
4. Экология как мировоззрение современного человека.
5. Значение экологических исследований в современный период.

Выполните задания

Задание 1. Предложите периодизацию исторического хода становления экологии как науки, используя литературный материал. Заполните недостающей информацией пропуски в таблице.

*Таблица.1*

Календарь экологических событий (по Г.С. Розенбергу, с изменениями и дополнениями)

Год или период, в который появилась идея или сделано открытие	Автор идеи или открытия, место данного события	Экологическая сущность идеи или открытия
VI – IV вв. до н.э.	Страна?	Эпические поэмы «Махабхарата» и «Рамаяна» - описан образ жизни и мест обитания примерно 50 видов животных.
	Аристотель	«История животных» - классификация животных, имеющая экологическую окраску: по образу жизни, способу питания
	Теофраст (Феофраст)	
79-23 гг. до		«Естественная история» - обобщил

н.э.		данные по зоологии, ботанике, лесному хозяйству
		«Экономия природы» - типология мест обитания. Основы научной систематики.
1749	Бюффон Ж.	«Естественная история» (13 томов)
1798		«Опыт о законе народонаселения» - предложил уравнение геометрического (экспоненциального) роста популяции. Первая математическая модель роста популяции.
1802		«Гидрогеология» - заложил основы концепции о биосфере. Предложил термин «биология».
	Ламарк Ж.Б.	
	Дарвин Ч.	Кругосветное путешествие на корабле «Бигль» - экологические наблюдения и описания, легшие в основу фундаментального труда
1840	Либих Ю.	
	Гумбольдт А.	
1859	Дарвин Ч.	«Происхождение видов...» - приводится большой материал по влиянию абиотических и биотических факторов среды на изменчивость организмов.
1861	Сеченов И.М.	«...организм без внешней среды, поддерживающей его существование, невозможен; поэтому в научное определение организма должна входить и среда, влияющая на него».
1866	Геккель Э.	
1875	Зюсс С.	
1877	Мебиус К.	
1895	автор	«Экологическая география растений» - впервые использовал термин «Экология» по отношению к растениям. Предложил понятие «жизненная форма».
1896	автор	Предложил понятие «волны жизни» для описания динамики численности животных.
1903	Раункиер К.	
1911		Сформулировал закон толерантности.
1913	место проведения	Первый Международный съезд по охране природы. Россию представляли ботаник И.П. Бородин и зоолог Г.А.

		Кожевников
1915	Высоцкий Г.Н.	
1916	Россия	Создан первый Государственный Баргузинский заповедник для сохранения
1926	автор	«Биосфера» -определил глобальные функции живого вещества.
	Лотка А.Д.	
	Гаузе Г.Ф.	
1935		Предложил понятие «экосистема».
1942	Сукачев В.Н.	
1942	Линдеман Р.	
	Клементс Ф.Э.	
1944		«Несколько слов о ноосфере».
	Макартур Р.	
1968		Создал Римский клуб – международную научную (неправительственную) организацию для разработки стратегий по разрешению глобальных (в т.ч. и экологических) проблем. Клуб дал толчок построения имитационных моделей глобальных процессов в биосфере
1971	Коммонер Б.	
1971	автор	Основы экологии" (рус. пер., 1975), "Экология" в 2 тт. (1983; рус. пер., 1986)
1972	Медоуз Д.	доклад Римскому клубу «_____»
	Лавлок Дж., Маргулис Л.	Выдвинули "гипотезу Геи" - рассмотрение Земли как единой кибернетической системы с биологическими механизмами регуляции
	Россия	Принят закон «Об охране окружающей природной среды»
1992	место проведения	Конференция ООН по окружающей среде и развитию; принят документ "Повестка дня на XXI век" и др.
	Киото, Япония	Конференция Сторон Рамочной Конвенции ООН по изменению климата
2002	место проведения	Конференция ООН по окружающей среде и развитию "Рио + 10"
	Россия	закон «Об охране окружающей среды»

## ЗАНЯТИЕ 2

Тема: Экологические факторы и их действие.

Цель занятия: сформировать представление о комплексе внешних воздействий на живые организмы. Дать понятие о закономерностях действия экологических факторов.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. *Понятие о средах жизни.*
2. *Понятие об экологическом факторе и адаптациях.*
3. *Классификации экологических факторов.*
4. *Правило экологического оптимума. Эврибионты и стенобионты.*
5. *Закон толерантности Шелфорда. Взаимодействие факторов.*

Выполните задания

Задание 1. Начертите график областей выживания и оптимума бабочки яблонной плодожорки, которая является опасным вредителем садов. На оси Х откладывайте значения влажности воздуха в %, на оси Y – температуры. Используйте следующие показатели. Полная гибель куколок бабочки наступает при сочетаниях: 10°C и 100%, 4°C и 80%, 15°C и 40%, 28°C и 15%, 36°C и 35%, 37°C и 100%. Гибель менее 10% при сочетаниях: 20°C и 85%, 22°C и 95%, 27°C и 55%, 26°C и 55%, 22°C и 70%. Соедините замкнутой кривой точки для каждого уровня выживания. Подумайте, велика ли опасность размножения этого вредителя в районах с летними температурами 18-25°C и влажностью 70-90%, в районах с температурами 20-35°C и влажностью 20-35%.

Задание 2. Большинство организмов имеют различные пределы толерантности по отношению к различным факторам среды. Для описания их экологической ниши применяется специальная терминология. Так, актиния (*Calliactis sp.*) является эвритермным, эврифотным и олигобатным организмом, тогда как жаброногий рачок артемия (*Artemia salina*) – эвритермным, полигалийным, стенофагом, а озерная лягушка (*Rana ridibunda*) – стеногалийным, олигофотным и эврибатным организмом. Охарактеризуйте с использованием экологической терминологии их условия обитания.

Задание 3. Отметьте, какие из данных суждений правильны:

- а) организмы с широким диапазоном толерантности, как правило, имеют больше шансов в борьбе за существование;
- б) толерантность особи остается неизменной в течение всей жизни;
- в) виду свойственна только одна определенная ниша независимо от места его обитания и географического района;
- г) степень выносливости, критические точки, оптимальная и пессимальные зоны отдельных индивидуумов не совпадают;
- д) степень выносливости к какому-либо фактору означает соответствующую экологическую валентность вида по отношению к остальным факторам;
- е) полное отсутствие воды или хотя бы одного из основных элементов минерального питания делает жизнь растения невозможной, несмотря на благоприятные сочетания других условий.

Задание 4. На графике (рис.1) показана зависимость смертности соснового шелкопряда (*Dendrolimus pini*) на стадии яйца (в %) при совокупном влиянии относительной влажности воздуха (по горизонтали) и температуры воздуха (по вертикали). Укажите пределы толерантности для данного вида. При каких величинах влажности и температуры наблюдается оптимум и пессимум вида? Какой из двух факторов будет оказывать наибольшее лимитирующее действие на распространение организма и почему?

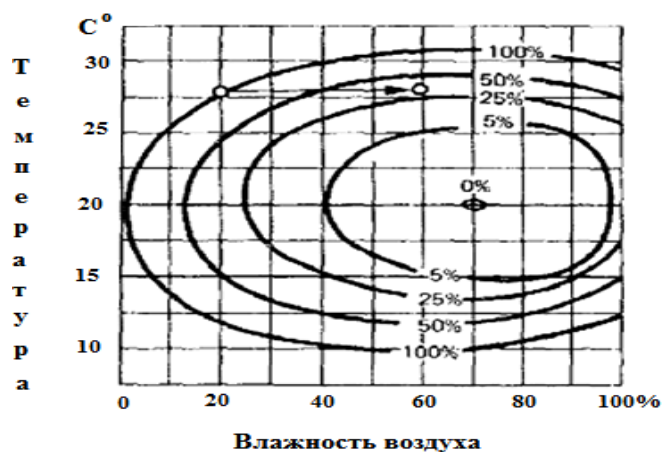


Рис. 1. Диаграмма смертности соснового шелкопряда (*Dendrolimus pini*) на стадии яйца



### ЗАНЯТИЕ 3

Тема: Климатические факторы среды.

Цель занятия: Рассмотреть основные климатические факторы наземной среды обитания (свет, температура, влажность и др.).

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. *Свет как экологический фактор для растений и животных.*
2. *Экологические группы живых организмов по отношению к свету.*
3. *Суточные ритмы живых организмов. Биологические часы.*
4. *Сезонные ритмы живых организмов и их причина. Фотопериодизм.*
5. *Температура в жизни эктотермных организмов. Концепция “градусо-дней”.*
6. *Эндотермные организмы. Возможности обитания в экстремальных условиях. Правила Аллена, Бергмана и Глогера.*
7. *Вода в наземной среде. Гидрофилы и ксерофилы. Адаптации живых организмов к обитанию в условиях различного увлажнения.*

Ответьте на вопросы:

1. Чем различаются экстенсивный и интенсивный типы корневых систем у растений?
2. Среди беспозвоночных животных наиболее полно освоили наземную среду обитания насекомые и пауки. Каковы адаптации этих организмов к недостатку воды?
3. Некоторые беспозвоночные способны переживать засуху и недостаток питьевой воды используя метаболическую воду. Как образуется метаболическая вода?
4. Каким образом уменьшается водопроницаемость покровов у высших позвоночных?
5. В клетках всех организмов имеется вода. При замерзании она может разорвать внутренние структуры клетки и вызвать гибель организмов. Почему же зимой не погибают растения, лягушки, насекомые и другие пойкилотермные животные при охлаждении их тела ниже 0°C?

## ЗАНЯТИЕ 4

Тема: Вода как среда обитания.

Цель занятия: сформировать представление о комплексе факторов, действующих на организмы в водной среде, и о возникающих в ответ на это адаптациях.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. Особенности воды как среды для живых организмов (плотность и давление воды, теплоемкость, способность растворять соли и газы и поглощение света).

2. Вертикальная зональность в водных экосистемах.

3. Приспособление живых организмов к факторам водной среды.

4. Понятие о планктонных, нектонных и бентосных формах. Особенности нейстонных организмов.

5. Поддержание водно-солевого баланса у организмов пресных и соленых вод.

Ответьте на вопросы:

1. Сравните экологические факторы водной и наземно-воздушной сред жизни.
2. У некоторых водных позвоночных животных, например, у акул, скелет состоит не из костей, а из эластичного хряща. Как это объяснить с экологической точки зрения?
3. Объясните, чем обеспечивается возможность фильтрационного типа питания у водных организмов (например, у губок)? Почему фильтрационное питание невозможно на суше?
4. Какие организмы называют пойкилоосмотическими или осмокомформерами?
5. Каких животных называют гомойоосмотическими или осморегуляторами?
6. Какова задача солевых желез у рептилий и птиц?

Контрольная работа по аутэкологии

1. Водные организмы, существующие лишь при достаточно высоком насыщении воды кислородом, относят к экологической группе:

- а) эвриоксибионтов, б) эвригалийных организмов,
- в) гидробионтов, г) оксифилов.

2. Виды с узким диапазоном экологической валентности по отношению к факторам среды называют:

а) стенобионтами, б) атмобиионтами, в) гидробионтами, г) эврибионтами.

3. Сущность закона минимума Ю. Либиха состоит в том, что:

а) оптимальное развитие организма возможно только при минимальных значениях экологического фактора;

б) оптимальное развитие организма возможно только при максимальных значениях экологического фактора;

в) в комплексе экологических факторов сильнее действует на живой организм тот фактор, который находится в минимальном количестве;

г) в комплексе экологических факторов сильнее действует на живой организм тот фактор, который находится в оптимальном количестве.

4. К проявлениям абиотических факторов нельзя отнести:

а) расселение семян одуванчика, б) растрескивание коробочки мака,

в) распространение желудей дуба, г) перенос пыльцы кукурузы.

5. Наличие у наземных растений развитых механических тканей является приспособлением к:

а) солнечной радиации, б) недостатку влаги,

в) низкой плотности воздуха, г) поглощению солей из почвы.

6. К листовым суккулентам относят:

а) кактусы, б) алоэ, в) виноград, г) баобаб.

7. Животные, у которых содержание воды в тканях непостоянно и сильно зависит от увлажнения окружающей среды, относят к:

а) мезофитам, б) осмоконформерам, в) гидрофитам, г) осморегуляторам.

8. К видам – гелофитам в РТ относятся:

а) сныть обыкновенная, б) вахта трехлистная,

в) сосна обыкновенная, г) ель колючая.

9. Активное увеличение теплопродукции в ответ на понижение температуры называется \_\_\_\_\_.

10. Согласно правилу Жордана, у рыб, обитающих в водоемах с высокой соленостью и низкими температурами, возрастает число \_\_\_\_\_ в хвостовой части, что служит приспособлением к движению в более плотной среде.

11. Типичными кальцефилами являются:

- а) клевер луговой, б) ветреница лесная, в) клюква болотная,
- г) ясень обыкновенный, д) малина лесная, е) липа мелколистная.

12. Составьте соответствие:

- |   |              |
|---|--------------|
| 1) хлоропласты мелкие, многочисленные           | А) сциофиты  |
| 2) преобладает хлорофилл «а»                    | Б) гелиофиты |
| 3) листья, как правило, мелкие                  |              |
| 4) клетки мезофилла листа трапециевидной формы  |              |
| 5) в листьях хорошо выражен столбчатый мезофилл |              |

13. К физиологическим приспособлениям растений, сглаживающим вредное влияние высоких и низких температур, могут быть отнесены:

- а) интенсивность транспирации; б) накопление в клетках солей, изменяющих температуру свертывания плазмы; в) значительная трата углеводов на дыхание; г) свойство хлорофилла препятствовать проникновению наиболее горячих солнечных лучей;
- д) испарение воды через устьица; е) накопление в клетках сахара и других веществ, увеличивающих концентрацию клеточного сока и снижающих обводненность клеток; ж) мозаичное расположение листьев;
- з) накопление в тканях большое количество воды.

14. Какие из ниже перечисленных физиологических функций живых организмов

не затронуты суточной периодичностью (ответ обоснуйте): а) сон и бодрствование; б) изменение температуры тела; в) миграции животных; г) потоотделение; д) линька; е) листопад; ж) открывание и закрывание цветков; з) темпы деления амебы; и) частота дыхания; к) спячка.

Неоднородность почвы приводит к тому, что для организмов разных размеров она выступает как разная среда. Заполните таблицу 2.

Таблица 2.

Экологические группы почвенных организмов

Характеристика	Экологические группы		
	Микробиота	Мезобиота	Макробиота
Размеры			
Представители			
Чем для них является почва			
Приспособления к среде			

Дайте развернутые ответы на вопросы:

1. У некоторых водных позвоночных животных, например у акул, скелет состоит не из костей, а из эластичного хряща. Как это объяснить с экологической точки зрения?
2. Каких животных называют осморегуляторами? Как у таких животных поддерживается водно-солевой баланс?
3. В умеренных широтах редис хорошего качества получается обычно весной и в сентябре. Если его сажать в июне, то качество корнеплодов ухудшается. Однако на юге России все лето редис сочный и вкусный. Объясните это явление.
4. Объясните, почему в холодных частях ареала чаще можно встретить темноокрашенных рептилий, в отличие от теплых регионов. Например, обитающие за полярным кругом гадюки преимущественно черные (меланисты), а на юге – светлоокрашенные.
5. Где формируются стенооксибионты при длительном обитании: в водоемах, богатым кислородом; в водоемах с низким содержанием кислорода в воде; в водоемах, в которых наблюдаются значительные колебания содержания кислорода в воде?

## ЗАНЯТИЕ 5

Тема: Понятие о популяции в экологии.

Цель занятия: получить представление о популяции как надорганизменной системе. Охарактеризовать статические показатели популяции.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

- 1. Понятие о популяции в экологии. Функции популяции в природе.*
- 2. Географические, экологические, элементарные популяции.*
- 3. Статические характеристики популяции: общая численность, плотность, структура (размерная, возрастная, половая).*
- 4. Популяция в пространстве: случайное, агрегированное (пятнистое) и регулярное размещение особей. Причины, приводящие к определенному типу пространственного размещения.*
- 5. Территориальное поведение.*

Выполните задания

Задание 1. Определите, какие группы организмов являются популяцией? Какие из них можно считать географическими популяциями? Какие из них можно считать экологическими популяциями?

а) группа белых медведей в зоопарке, б) семья волков, в) окуни в озере, г) пшеница на поле, д) улитки одного вида в одном горном ущелье, е) птичий базар, ж) бурые медведи на о-ве Сахалин, з) стадо оленей, и) благородные олени в Крыму, к) колония грачей в городе Казани, л) все растения ельника, м) колония грачей в Балтасинском районе РТ.

Задание 2. Чтобы оценить численность форели озерной (*Salmo trutta*) в небольшом озере, был проведен контрольный отлов, при котором в сеть попали 625 особей. Все они были помечены и выпущены обратно. Через три недели повторным отловом поймано 873 половозрелые форели, из которых 98 имели метки. Определите общую численность популяции форели озерной в данном водоеме.

Задание 3. Пространственное распределение особей в популяции.

При учете плотности популяции крапчатого суслика полигон исследования в 1 га был разбит на 100 квадратов 10×10 м, в каждом из которых подсчитывалось количество гнездовых нор. В итоге были получены следующие данные:

59 площадок не имели нор, 11 – по 1 норе, 18 – по 2 норы, 9 – по 3 норы, 3 – по 4 норы. Определите тип пространственного распределения популяции суслика по отношению дисперсии ( $\sigma^2$ ) к среднему числу нор на площадке.

$$\sigma^2 = \frac{\sum_{k=1}^n (x_k - x_{cp})^2}{n - 1}$$

где  $x_{cp}$  – среднее число нор на площадке;

$n$  – число площадок.

При  $\sigma^2/x_{cp} < 1$  – распределение равномерное;

$\sigma^2/x_{cp} = 1$  – распределение случайное;

$\sigma^2/x_{cp} > 1$  – групповое распределение.

## ЗАНЯТИЕ 6

Тема: Динамические характеристики популяции.

Цель занятия: получить представление о динамических характеристиках популяции и их значении в жизнедеятельности популяций.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

- 1. Динамические характеристики популяции: рождаемость, смертность, прирост популяции, скорость роста численности, интенсивность иммиграции и эмиграции.*
- 2. Когортные и статические таблицы выживания (дожития): способы их построения. Расчет ожидаемой продолжительности дальнейшей жизни для разных возрастов.*
- 3. Основные типы кривых выживания и их распространенность среди различных групп организмов.*

### Выполните задания

Задание 1. Постройте возрастные пирамиды трех популяций лисиц обыкновенных на конец сезона размножения. Первая популяция обитает в лесопарке крупного города. 10 % ее численности составляют лисы, родившиеся летом этого года, 30 % - двухлетки, 50 % трехлетки и 10 % старше четырех лет. Другая популяция обитает в заповеднике. Сеголетки составляют 30 % от численности, двухлетки – 25 %, трехлетки – 30 % , старше 4 лет – 15 %. Третья популяция обитает на территории охотничьего хозяйства, где регулярно лисы отстреливаются. Сеголетки в ней составляют 50 %, двулетние – 30 %, трехлетние – 15 %, старше 4 лет – 5 %. Рассмотрите полученные пирамиды. Дайте прогноз на будущее каждой популяции

Задание 2. Выберите правильные суждения:

- а) популяция, состоящая из неодинаковых особей, более устойчива;
- б) каждая популяция имеет четко очерченные границы;
- в) предел плотности популяции определяется количеством самого дефицитного ресурса;
- г) у видов с однократным размножением и короткими жизненными циклами в течение года сменяется несколько поколений;
- д) между отдельными популяциями одного вида никогда не осуществляется обмен отдельными особями;
- е) популяции одних и тех же видов в различных условиях обитания могут характеризоваться разным ходом динамики численности.

Задание 3. Составьте таблицу выживания серой куропатки (*Perdix perdix*), если известно, что было отложено 1000 яиц, вылупилось птенцов – 150, птенцов второго года жизни было – 112, третьего года жизни – 81, четвертого – 57, пятого – 39, шестого – 26, седьмого – 17, восьмого – 11, девятого – 7, десятого – 5, одиннадцатого – 3, двенадцатого – 2, тринадцатого – 1. Рассчитайте среднюю продолжительность жизни особей серой куропатки каждой возрастной группы.

$x$  – возрастной интервал (класс),



$n_x$  – число выживших на начало возрастного интервала  $x$ ,

$d_x$  – число умерших между началом возрастного интервала  $x$  и началом возрастного интервала  $x + 1$

$l_x$  – доля доживших до начала возрастного интервала  $x$  :  $l_x = n_x / n_0$ , график этой функции есть кривая выживания

$q_x$  – смертность между началом возрастного интервала  $x$  и началом возрастного интервала  $x + 1$ :  $q_x = d_x / n_0$

$L_x$  и  $T_x$  – вспомогательные величины для определения  $e_x$

$$L_x = (l_x + l_{x+1}) / 2$$

$s$

$$T_x = \sum_{i=x}^s L_i$$

$e_x$  - ожидаемая продолжительность жизни для организмов, живых в начале возрастного интервала  $x$ :  $e_x = T_x / l_x$

Таблица 3.

Таблица выживания.

$x$	$n_x$	$d_x$	$l_x$	$q_x$	$L_x$	$T_x$	$e_x$

## ЗАНЯТИЕ 7

Тема: Рост численности популяции и регуляция численности в природе.

Цель занятия: Изучить основные закономерности динамики количественных показателей популяции на примере изменения ее численности.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. Экспоненциальный рост численности популяции. Условия роста по экспоненте.
2. Логистический рост численности популяции. Условия логистического роста.
3. Ограничение популяций ресурсами, прессом хищников и паразитов.

*Факторы, зависимые от плотности популяции.*

*4.Лимитирующая роль климатических условий. Почему действие на популяцию большинства абиотических факторов среды не считают регуляцией численности? Модифицирующие факторы.*

*5.Разные типы возрастной структуры популяций и их связь с динамикой численности. Типы динамики численности популяции.*

#### Ответьте на вопросы

- 1.Что нужно знать о виде, чтобы с достаточной вероятностью прогнозировать его численность?
- 2.Какие изменения в возрастной и половой структуре популяции серой крысы желательны с точки зрения человека, старающегося сократить ее численность?
- 3.В результате самоизреживания елей в густых посадках число деревьев на 1 га составляло: в 20-летних насаждениях – 6720, в 40-летних – 2380, в 60-летних – 1170, в 80-летних – 755, в столетних – 555, а в 120-летних – 465. Начертите график уменьшения стволов елей в лесу при увеличении возраста. Рассчитайте площадь, приходящуюся на одно дерево в разном возрасте. В какой период самоизреживание деревьев происходит наиболее интенсивно? Не стоит ли заранее высаживать ели разреженно? Объясните, почему – да или почему – нет.

#### Выполните задания

Задание 1. Емкость среды (K) для популяции обыкновенной белки составляет 5000 особей. Максимальная численность выводков обыкновенной белки – 7 детенышей (при  $N = K/2$ ), минимальная – 3 детеныша (при  $3750 \leq N < 5000$ ). При численности популяции меньше K и больше  $0,5 K$  размножаются 50 % особей. Смертность популяции (d) составляет при  $N < 1250$  d = 5 %, при  $1250 \leq N < 2500$  d = 25 %, при  $2500 \leq N < 3750$  d = 50 %, при  $3750 \leq N < 5000$  d = 75 %. Определить абсолютный и удельный (на 1 особь) прирост популяции при ее численности (N):

а) 1000 особей; б) 2000 особей; в) 3000 особей; г) 4000 особей; д) 5000 особей.

При достижении какой численности популяции прирост ее «перекрывается» смертностью?

Задание 2. Эффект группы. На рисунке приведены результаты эксперимента по изучению выживаемости личиночной стадии (головастиков) остромордой лягушки по одиночке и в группах с разным уровнем популяции до момента метаморфоза – превращения в молодых лягушат-сеголеток. Оптимальная плотность населения головастиков составляет 1 особь на 0,6 л. воды.

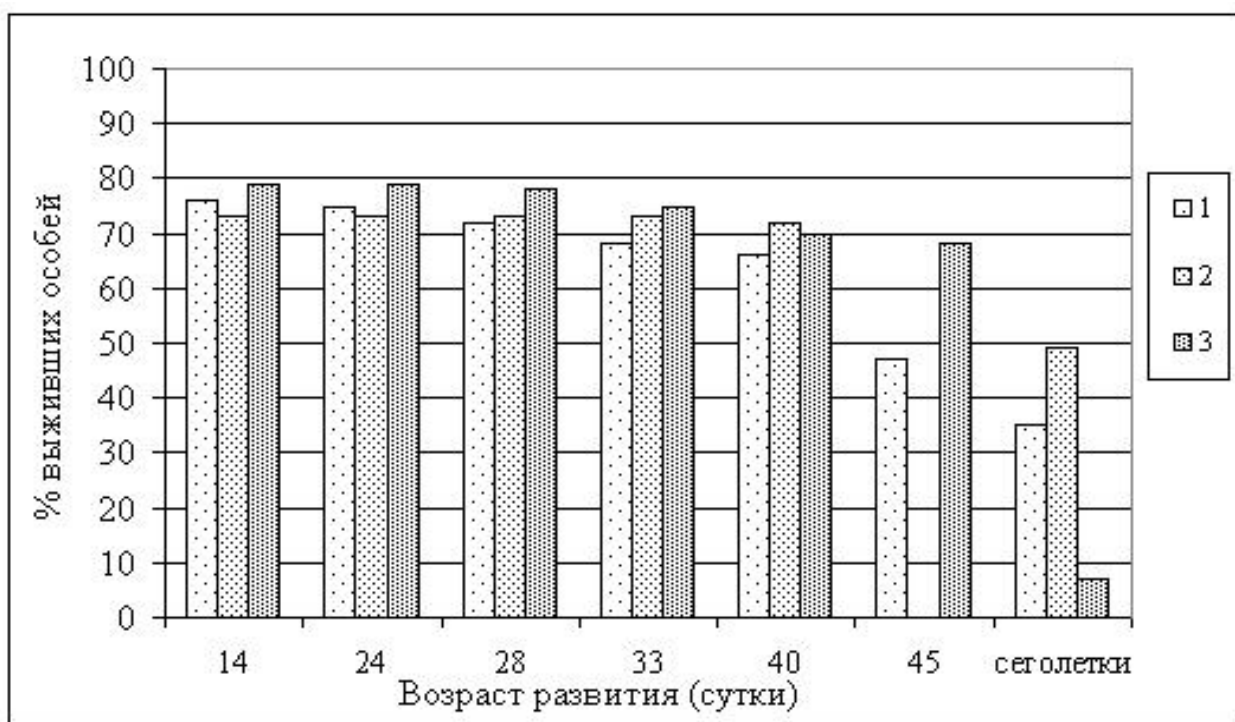


Рис. 2. Выживаемость головастиков остромордой лягушки при различных уровнях плотности населения (по Северцову, 1999):

1 – «одиночки» с плотностью 1 ос./0,6л; 2 – группа с плотностью 3 ос./0,6 л;  
3 – группа с плотностью 1 ос./0,13 л.

С чем, по вашему мнению, связана более высокая выживаемость при метаморфозе головастиков с плотностью населения 3ос./0,6 л. воды при их выращивании в группе? Почему выживаемость снижается при увеличении плотности популяции?

Задание 3. Индекс восстановления популяции. В популяционной экологии растений принято выделять следующие возрастные (онтогенетические) группы: р – всходы; j – ювенильные особи; im – имматурные особи; v – виргильные

особи; g – генеративные особи; s – сенильные особи. Соотношение числа особей в прегенеративном (p, j, im, v) и в генеративном периодах (g) является показателем восстановления популяции (I):

$$I = \frac{I_{pr}}{I_{gen}} \cdot 100,$$

где I – индекс восстановления, %;  $I_{pr}$  – сумма растений в прегенеративном периоде, шт./га;  $I_{gen}$  – сумма растений в генеративном периоде, шт./га.

В таблице 4. приведены данные о возрастном составе популяций древесных видов в заповедном участке «Лес-на-Ворскле».

Таблица 4.

Численность особей различных возрастных групп популяций древесных видов заповедного участка «Лес-на-Ворскле», шт./га (по Рыжкову, 2001).

Вид	Возрастные группы									
	$p$	$j$	$im_1$	$im_2$	$v_1$	$v_2$	$g_1$	$g_2$	$g_3$	$s$
Дуб черешчатый	303	7	–	–	–	–	1	36	17	1
Ясень зеленый	23700	8	–	11	–	1	–	49	9	–
Липа мелколистная	–	34	94	121	17	17	72	28	12	–
Клен остролистный	1634	136	112	135	158	309	155	80	7	–
Вяз гладкий	–	492	425	568	16	20	10	11	1	–
Клен полевой	–	101	77	44	13	5	3	2	–	–

Проанализируйте возрастную структуру популяций.

Какие из них, можно назвать инвазионными (растущими), какие – регрессивными (вымирающими), какие – нормальными (относительно равномерно представлены все возрастные группы)? Рассчитайте индексы восстановления для популяций этих видов и сравните их между собой. В

выводе проранжируйте по возрастанию индексы восстановления. Укажите виды с максимальным и минимальным показателями восстановления. Сделайте выводы об устойчивости существования популяций древесных видов на данном заповедном участке.

### Контрольная работа по демэкологии

1. Дайте определение экологической популяции.
2. Что такое рождаемость? Абсолютная? Удельная?
3. Что означает «половая структура» популяции? Как она определяется? В чем значение для выживания популяции?
4. Приведите примеры стабильного типа динамики численности популяций. Каким организмам свойственен такой тип? В каких условиях может наблюдаться?
5. Объясните действие модифицирующих факторов? Какие это факторы и в чем проявляется их действие?

### Выполните задания

Задание 1. Для изучения численности огненных саламандр их фотографируют, а не метят, так размер и рисунок пятен у каждой саламандры особенный. Поймали, сфотографировали, а затем выпустили на прежнее место 30 саламандр. Через сутки снова поймали 40 саламандр, среди них было 15, сфотографированных ранее. Предположим, что за сутки не произошло никаких изменений в популяции. Определите число саламандр в популяции.

Задание 2. Постройте график изменения заготовок шкурок зайца-беляка на севере Европейской части России за 27 лет (объем заготовок приводится в баллах). Какому типу динамики численности будет соответствовать этот график?

Баллы: 2, 1, 2, 3, 3, 4, 5, 15, 30, 80, 100, 60, 55, 0, 1, 1, 1, 2, 8, 90, 100, 130, 10, 2, 1, 2.

Какой прогноз для заготовок шкурок будет более точным?

а) на 1 год вперед, б) средний на 5 лет вперед, в) средний на 10 лет вперед.

Задание 3. На момент организации заповедного участка на его территории площадью 170 га было отмечен 1 выводок из 5 особей обыкновенной лисицы. Через 5 лет ее численность увеличилась до 25-30 особей. Еще через 5 лет количество лисиц уменьшилось до 6-8 особей и стабилизировалось на этом уровне. Объясните, почему сначала численность лисиц резко возросла, а позже упала и стабилизировалась? Как менялась плотность популяции лисицы? Чему равна оптимальная плотность?

Задание 4. В таблице приведены данные о выживании в популяции дуба черешчатого *Quercus robur* L.

Таблица 4.

Снижение численности в популяциях дуба черешчатого в РТ (по Напалкову, 1966).

Возраст	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140
Число выживших (на 1 га)	1500	1300	1100	1000	800	550	450	400	345	290	220	170

На основании этих данных постройте кривую выживания. В каком возрасте выживаемость максимальна?

Задание 5. Начертите возрастную пирамиду популяции большой синицы, если весной, до вылупления птенцов, 60% популяции составляют птицы прошлого года рождения, участвующие в размножении первый раз, на двухлетних приходится 20%, трехлетних — 8%, четырехлетних — 5%, пятилетних — 4%, 3% составляет доля особей в возрасте от 6 до 10 лет. Как изменится возрастная пирамида популяции большой синицы после вылета птенцов из гнезда, если численность до гнездования составляла 10 000 особей, а кладка в среднем состоит из 8 яиц при соотношении полов 1:1? Условно считайте, что все особи на этом этапе выжили.

## ЗАНЯТИЕ 8

Тема: Биоценоз, биогеоценоз и экосистема.

Цель занятия: получить представление о составе и структуре естественных природных сообществ.

*Вопросы для подготовки к семинару.*

- 1. Понятие о биоценозе. Структура сообществ.*
- 2. Видовая структура биоценоза. Видовое разнообразие как интегральная характеристика сообщества.*
- 3. Показатели обилия видов. Кривые значимости и их составление. Различные типы рангового распределения обилия видов, входящих в сообщество.*
- 4. Понятие о биогеоценозе по В.Н. Сукачеву и экосистеме по А.Тенсли.*

Выполните задания

Задание 1. По данным Уиттекера (1980) о видовом составе ( $S$ ) и относительной значимости ( $p_i$ ) для трех биоценозов (площадь учетной площадки во всех случаях  $20 \times 50 \text{ м}^2$ ) вычислите меры разнообразия видов ( $d$ ) по каждому биоценозу и сравните их.

$S$  – количество видов в описании на площадке стандартного размера.

$$d = S / \log A \text{ или } d = S / \log N,$$

где  $A$  – площадь учетной площадки ( $\text{м}^2$ );

$N$  – общее число видов в описании.

1) Субальпийский пихтовый лес. Число видов сосудистых растений – 7.  
Значимость видов (%от чистой первичной продукции леса): 69; 23; 7; 0,62; 0,28; 0,08; 0,02.

2) Широколиственный лес. Число видов сосудистых растений – 39.

Значимость видов (% от чистой первичной продукции леса): 34; 21; 15; 13; 6,5; 3,3; 1,5; 1,3; 0,9; 0,5; 0,45; 0,45; 0,4; 0,2; 0,2; 0,2; 0,19; 0,15; 0,1; 0,09; 0,09; 0,09; 0,07; 0,07; 0,055; 0,055; 0,04; 0,03; 0,024; 0,011; 0,009; 0,008; 0,0045; 0,004; 0,0036; 0,002; 0,0016; 0,0013; 0,001.

3) Орнитофауна широколиственного леса. Число видов птиц – 20.

Значимость видов (% от плотности гнездящихся пар птиц): 20; 15; 11; 9; 7,5; 6; 4,5; 4,5; 3,5; 3,5; 3,5; 2,1; 2,1; 2,1; 2,1; 1; 1; 1; 0,3; 0,3.

Постройте кривые значимости этих биоценозов и проанализируйте их. Какой тип распределения значимости видов соответствует более устойчивому сообществу?

Задание 2. Для сравнения биоценозов используют разные методы, например, расчеты по формуле Жаккара:

$$K = C \times 100 / (A + B) - C,$$

где А – число видов в первом сообществе,

В – число видов во втором сообществе, С – число общих видов.

Сравните видовой состав гнездящихся птиц на трех участках приволжской степи, пользуясь формулой Жаккара.

Ковыльная степь – степной жаворонок, полевой жаворонок, малый жаворонок, каменка-плясунья, каменка-плешанка, лунь степной, орел степной.

Посевы с лесополосами – степной жаворонок, полевой жаворонок, малый жаворонок, желтая трясогузка, розовый скворец, перепел, лунь полевой.

Посевы без лесополос – степной жаворонок, полевой жаворонок, малый жаворонок, каменка-плясунья, чибис, лунь полевой.

Задание 3. В табл.5 приведено описание древесно-кустарниковой растительности двух городских парков. Используя индекс Симпсона, оцените концентрацию доминирования и общее видовое богатство в этих парках. Сравните полученные показатели. Для расчета индекса Симпсона в данном случае можно использовать следующую формулу: где  $n_i$  – число особей каждого вида, N – общее число особей.

$$C = \frac{[n_1(n_1 - 1) + n_2(n_2 - 1) + \dots]}{[N(N - 1)]}$$

Для оценки видового разнообразия ( $d$ ) можно воспользоваться отношением:

$$d \equiv \frac{1}{C}$$



Таблица 5.

Древесно-кустарниковая растительность двух парков.

№ п/п	Название вида	Число особей в 1 парке	Число особей во 2 парке
1	Берёза бородавчатая	150	20
2	Дуб черешчатый	25	15
3	Орешник	30	20
4	Ель европейская	28	11
5	Клен остролистный	11	5
6	Смородина	3	-
7	Черемуха	4	25
8	Рябина	10	4
9	Ива серебристая	20	7
10	Тополь серебристый	5	-
11	Тополь черный	5	10
12	Сосна	-	10
13	Сирень	-	6
14	Шиповник	-	10
15	Лиственница европейская	-	15

## ЗАНЯТИЕ 9

Тема: Закономерности функционирования экосистем.

Цель занятия: получить представление о структуре экосистем и основных параметрах существования естественных природных сообществ.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. Экосистема как функциональная и структурная единица биосферы.
2. Основные функциональные группы организмов в экосистеме. Продуценты, консументы и редуценты. Условность границы между консументами и редуцентами. Биотрофы и сапротрофы.

3. Биомасса и продукция. Первичная продукция: чистая, валовая. Лимитирование первичной продукции различными факторами (освещенностью, температурой, влажностью, концентрацией биогенных элементов).

4. Пастбищная и детритная пищевые цепи. Трофические уровни.

Выполните задания

Задание 1. Составьте пять цепей питания. Все они должны начинаться с растений (их частей) или мертвых органических остатков (детрита). Промежуточным звеном в первом случае должен быть дождевой червь, во втором — личинка комара в пресном водоеме, в третьем — комнатная муха, в четвертом — личинка майского жука, в пятом — инфузория-туфелька. Все цепи питания должны заканчиваться человеком. Предложите наиболее длинные варианты цепей. Почему количество звеньев не превышает 6—7?

Задание 2. Оцените чистую продукцию травянистого растительного сообщества зерновых культур в массовом и энергетическом эквиваленте на основе данных определения биомассы частей растений (абсолютно сухой вес) на учетной площадке в 1 м<sup>2</sup>. При этом учитывайте, что потери от насекомых составляют 2 г и что для посева использовались семена общей массой 5 г. Ткани растений содержат в среднем около 4,25 ккал энергии.

Таблица 6.

Биомасса различных фракций растений агроценоза (на 1 м<sup>2</sup>).

Фракция	Биомасса, г
Стебли	148
Листья	72
Цветки и плоды	87
Корни	46

## ЗАНЯТИЕ 10

Тема. Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах.

Цель занятия: освоить основные положения концепции переноса и трансформации энергии в экологических системах.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

*1. Пирамида чисел, пирамида биомасс, пирамида продуктивности.*

*Правило 10%.*

*2. Круговорот веществ и поток энергии в экосистемах.*

Выполните задания

Задание 1. Экологи в шутку подсчитали, что для того, чтобы прокормить в течение года одного мальчика весом в 45 кг, достаточно четырех с половиной телят общим весом в 1035 кг, а для них – 20 млн растений люцерны с биомассой в 8,2 тонны. Энергия, заключенная в такой массе люцерны, составляет 14,9 млн калорий, в телятах содержится 1,19 млн калорий, а в мальчике остается из этого количества 8300 калории (мальчик ест мясо, но не кости, шкуру или шерсть, которые также содержат энергию).

Рассчитайте коэффициент полезного действия при передаче энергии в каждом звене пищевой цепи. Какое количество солнечной энергии (в калориях) нужно для поддержания жизни мальчика, если учесть, что КПД продукции люцерны составляет в данном случае 0,24%? Составьте пирамиды биологической продукции и энергии.

Задание 2. Оцените интенсивность биологического круговорота, рассчитав значения опадо-подстилочного коэффициента в разных природных зонах по данным табл.7. Интенсивность биологического круговорота в экосистемах характеризуется отношением массы подстилки (полуразложившийся опад прошлых лет) к массе ежегодного опада (листья, упавшие ветки). Чем выше величина этого показателя, тем слабее интенсивность биологического круговорота. Различают весьма интенсивный (0-0,2), интенсивный (0,3-1,5),

заторможенный (1,6-5,0), весьма заторможенный (6-20) и застойный биологический круговорот.

Таблица 7.

Запасы опада и подстилки в различных природных зонах.

Показатель, ц/га	Тундра		Лесная зона		Степи	
	арктическая	кустарничковая	Ельники	Дубрава	луговые	сухие
Опад	2,6	9	30	40	80	15
Подстилка, войлок	35	835	300	150	120	15

Задание 3. В табл. 8 показано изменение состава и жизненного состояния сообществ, расположенных на разном расстоянии от металлургического комбината. Определите, градиент каких факторов среды вызывает изменения сообществ. В чем эти изменения проявляются?

Таблица 8.

Состав и жизненное состояние сообществ, подверженных влиянию металлургического предприятия (Копчик, Копчик, Меряшкина, 2004)

Показатель	Характеристика биогеоценозов			
Расстояние от комбината, км	41	16	8	1
Среднегодовая концентрация SO <sub>2</sub> , мкг/м <sup>3</sup>	10-15	20-50	>50	>50
Выпадение Ni, г/м <sup>2</sup> ·год	3	15	40	>100
Выпадение Cu, г/м <sup>2</sup> ·год	<5	10	20	>50
Тип леса	Сосняк лишайниковый	Сосняк злаково-кустарничковый	Сосняк с пустошью	Техногенная пустошь

Нарушения древесного яруса	Нарушение покрова эпифитных лишайников, единичный хлороз	Хлороз и некроз хвои, дефолиация (опадение хвои), сухостойность	Массовые хлорозы и некрозы, снижение срока жизни хвои, дефолиация	Полная гибель древостоя
Живые деревья, шт./100 м <sup>2</sup>	9,3±1	2,4±0,4	2,8±0,4	0
Сухостой	1,9±0,5	4,7±0,9	5,7±1,1	1,9±0,3
Сомкнутость крон, доли единицы	0,33±0,04	0,15±0,02	0,12±0,01	0
Число видов трав	10	11	7	2
Число видов лишайников	5	5	4	0
Общее проективное покрытие трав, %	100	85	65	30
Проективное покрытие лишайниками, %	85	35	20	0

4. Определите интенсивность биологического круговорота в лесных экосистемах, используя приведенные в таблице 9 значения опадо-подстилочного коэффициента ОПК (отношение биомассы подстилки к биомассе опада).

Таблица 9.

Опадо-подстилочный коэффициент в лесных экосистемах

Субстрат	Тип леса									
	Сосняк		Осинник		Дубрава		Липо-дубняк		Кленовый, липовый лес	
	Подстилка	Опад	Подстилка	Опад	Подстилка	Опад	Подстилка	Опад	Подстилка	Опад
Супесь	10,10	2,44	3,55	3,96	10,44	3,83	—	—	3,87	4,39

Суглинок	–	–	3,47	2,99	6,64	3,90	6,16	4,70	3,61	4,60
Глина	–	–	4,94	3,54	7,54	4,02	8,36	4,53	–	–
Мел	–	–	–	–	11,89	3,78	8,58	4,35	6,47	4,78

Как влияет тип субстрата на интенсивность биологического круговорота в этих экосистемах?

### Расчетные задачи

Пример решения задачи.

Задача 1. Полевки за лето съели в поле 50 кг зерна. Рассчитайте оставшийся урожай зерна в (кг), если известно, что прирост биомассы к концу лета составил 0,04% от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания составляет 20%.

Решение:

- 1) Определяем биомассу полевых

50 кг – 100%

$x$  – 20%  $x = 10$  кг

- 2) Рассчитываем весь урожай зерна

10 кг – 0,04%

$x$  – 100%  $x = 25000$  кг

- 3) Определяем оставшийся урожай

$25000 - 50 = 24950$  кг

Задача 2. Полевки за лето съели в поле 120 кг зерна. Рассчитайте оставшийся урожай зерна в (кг), если известно, что прирост биомассы полевых к концу лета составил 0,01% от урожая. Переход энергии с одного трофического уровня на другой в данной цепи питания составляет 10%.

Задача 3. Одна рысь съедает в сутки 5 кг пищи. Какое максимальное количество рысей выживет в лесу с биомассой 10950 тонн в год, если количество доступной пищи 0,1%. Решение: 1) Определяем доступную пищу

$10950 \text{ т} - 100 \%, X - 0,1\% \quad X = 10,95 \text{ т} = 10950 \text{ кг}$

2) Определяем количество пищи для одной рыси в год

$$365 \times 5 \text{ кг} = 1825 \text{ кг}$$

3) Определяем количество рысей в лесу

$$10950 : 1825 = 6 \text{ рысей.}$$

Задача 4. Одна мышь за год съедает около 1 кг растительной пищи. Рыси могут съесть до 2% популяции мышей (в среднем каждая особь съедает во 800 грызунов за год). Какое максимальное количество рысей сможет выжить в сообществе с фитомассой 8000 тонн, где мыши используют в пищу 1% фитомассы в являются основной пищей для рысей?

Ответ запишите цифрами в виде целого числа

Задача 5. Известно, что в мелком водоеме в течение года образовалось 15 кг чистой первичной продукции. Каждый грамм такой биомассы содержит 20 ккал энергии. Рассчитайте, каким запасом энергии будут обладать консументы 3-го порядка данного водоема.

Решение:

1) Определяем энергию продуцентов

$$1 \text{ г} - 20 \text{ ккал}$$

$$15 \text{ кг} = 15000 \text{ г} - X \text{ ккал}; \quad X = 300000 \text{ ккал.}$$

2) Согласно правилу Линдемана определяем запас энергии соответственно у

$$K_1 - 30000 \text{ ккал} \rightarrow K_2 - 3000 \text{ ккал} \rightarrow K_3 - 300 \text{ ккал} -$$

запас энергии у консументов третьего порядка в водоеме.

Задача 6. Известно, что в аквариуме емкостью 1000 л в течение года образовалось 10 кг чистой первичной продукции. Каждый грамм такой биомассы содержит 100 ккал энергии. Рассчитайте, каким запасом энергии будут обладать консументы третьего порядка данного аквариума

7. Известно, что чистая первичная продукция в лесу составила 4.6 тонн в год. Рассчитайте, сколько будет энергии у хищников 2-го порядка в данной экосистеме, если 10 кг первичной продукции содержит 5000 ккал энергии.

## ЗАНЯТИЕ 11

Тема: Экологическое равновесие. Динамика экосистем. Сукцессия.

Цель занятия: получить представление об экологическом равновесии и его подвижности, о необратимых процессах в экосистеме, которые приводят к смене биогеоценозов.

*Вопросы для подготовки к семинару:*

1. Обратимые и необратимые изменения в экосистеме.
2. Сукцессия и ее основные причины.
3. Первичные и вторичные сукцессии.
4. Автотрофные и гетеротрофные сукцессии.
5. Основные закономерности сукцессии. Продуктивность экосистем на разных этапах сукцессии.

Ответьте на вопросы:

1. Чем объяснить более высокую скорость вторичных сукцессий?
2. Почему темпы сукцессии постепенно замедляются?
3. С чем связана смена доминантов в ходе сукцессии?

Выполните задания

1. Составьте закономерный ряд биоценозов, сменяющих друг друга при:  
а) зарастании водоема,  
б) зарастании пустыря,  
в) зарастании береговой линии,  
г) зарастании пожарища,  
д) зарастании заброшенного поля.
2. В табл.10 приведены некоторые характеристики стадий первичной сукцессии. Проанализируйте таблицу, отмечая тенденции в изменении условий среды, структуре сообщества и взаимоотношениях организмов.



Таблица 10.

## Характеристика стадий сукцессии

Характеристика	Стадии сукцессии			
	I	II	III	IV
Продолжительность	до 20 лет	20-30 лет	50-100 лет	после 100 лет
Название	пионерная	стадия дриады	стадия ольхи	стадия ели
Состав	азотфиксирующие цианобактерии, мхи, лишайники	ива, ольха	преобладание ольхи	преобладание ели
Почва				
Мощность, в см, горизонтов A2+B,	5,2	7,0	8,8	15,1
Содержание азота, г/м <sup>2</sup>	3,8	5,3	21,8	53,3
Плотность корней в слое 0-10 см на 1дм <sup>2</sup>	0	+	9,6	11,5
Количество опада, г/м <sup>2</sup> , за год	1,8	3,0	307	
Доминанты сообществ				
Максимальная высота	0,3	0,1	4	40
Возраст плодоношения	1-2	6-8	8-10	30-50
Продолжительность жизни, годы	20	50	100	700
Факторы благоприятствования				
Обогащение почвы азотом	+	++	+++	-
Микоризообразование	+	++	+++	++
Улучшение условий прорастания семян	-	-	-	+
Улучшение условий приживания всходов	+	-	-	-

### Тест по теме Динамика экосистем

1. Под влиянием внутренних факторов сообщество:
  - а) меняется от более продуктивного к менее продуктивному,
  - б) меняется от менее продуктивного к более продуктивному,
  - в) не изменяет свою продуктивность,
  - г) вначале увеличивает свою продуктивность, но потом всегда ее уменьшает.
2. К неустойчивым экосистемам относится:
  - а) ельник темной хвойной тайги, б) дубрава,
  - в) мелководный водоем, г) ковыльная степь.
3. В процессе развития сукцессии скорость изменений:
  - а) постепенно замедляется, б) постепенно нарастает,
  - в) не изменяется, г) быстро нарастает.
4. Выберите наиболее продолжительную сукцессию:
  - а) зарастание заброшенной пашни, б) зарастание лесного пожарища,
  - в) зарастание отвалов грунта при добыче полезных ископаемых,
  - г) зарастание заброшенной лесной дороги.
5. Для восстановления елового леса после рубки на равнине потребуется около 150-200 лет. Тот же процесс на крутых склонах гор занимает 500-1000 лет. С чем это связано?
  - а) с отсутствием в горах видов растений промежуточных стадий восстановления елового леса,
  - б) с особыми погодными условиями гор,
  - в) со смывом почвы после рубок леса.
6. К первичной сукцессии можно отнести:
  - а) зарастание лесного пожарища, б) зарастание заброшенной лесной дороги
  - в) зарастание заброшенной пашни, г) зарастание каменных осыпей в горах.
7. Параклиматическим сообществом считают:
  - а) луг в долине реки, б) степь с доминированием ковылей,

в) широколиственный лес, г) участок южной пихтовой тайги.

8. Стадия короткопроизводных лесов – это:

а) липняки, б) березняки, в) пихтарники, г) ельники.

9. Гетеротрофная сукцессия характеризуется:

- а) начальным преобладанием гетеротрофных организмов,
- б) начальным преобладанием автотрофных организмов,
- в) преобладанием в климаксовой стадии гетеротрофных организмов,
- г) преобладанием в климаксовой стадии автотрофных организмов.

10. На начальных этапах сукцессии первичная продукция:

- а) используется консументами,
- б) разлагается и обогащает почвенное плодородие,
- в) безвозвратно теряется,
- г) используется продуцентами.

Контрольная работа по теме «Биоценоз, биогеоценоз, экосистема».

Выберите один правильный ответ:

1. Волк и лиса находятся на одном и том же трофическом уровне, потому что:

- а) поедают растительноядных животных,
- б) используют свою пищу примерно на 10%,
- в) живут на суше,
- г) имеют сходные размеры

2. Наименьшим ежегодным приростом биомассы обладает такая экосистема как:

- а) ельник-черничник, б) сосняк-беломошник,
- в) сфагновое болото, г) поле пшеницы.

3. Цепи разложения могут начинаться с:

- а) паразитических организмов, б) сапротрофных организмов,
- в) помета животных, г) консументов.

4. Грибы, включаясь в круговорот веществ:

- а) разлагают органические вещества,
- б) уменьшают запасы органического вещества,

- в) участвуют в первичном синтезе органических веществ,
- г) участвуют в накоплении  $O_2$

5. Где на суше расположены наименее продуктивные экосистемы?

- а) в тропических лесах, б) в умеренных лесах,
- в) в степях и саваннах, г) в арктических пустынях.

6. Цепи питания имеют, как правило, не более 4-5 звеньев. Это объясняется:

- а) низкой продуктивностью растений, б) недостатком кормовой базы,
- в) строгой стенотрофностью видов, г) потерей энергии в пищевых цепях.

7. К первичной сукцессии можно отнести:

- а) восстановление леса на месте лесного пожара,
- б) зарастание заброшенной лесной дороги
- в) разрастание зарослей кустарников на пустыре,
- г) появление растений на вулканическом острове.

8. Стадия короткопроизводных лесов – это:

- а) липняки, б) березняки, в) пихтарники, г) ельники.

9. Автотрофная сукцессия характеризуется:

- а) начальным преобладанием гетеротрофных организмов,
- б) начальным преобладанием автотрофных организмов,
- в) преобладанием в климаксовой стадии гетеротрофных организмов,
- г) преобладанием в климаксовой стадии автотрофных организмов.

10. В экосистеме широколиственного леса:

- а) запас биомассы растений больше первичной продукции,
- б) запас биомассы растений меньше первичной продукции,
- в) прирост биомассы консументов выше прироста биомассы продуцентов,
- г) запас биомассы растений равен первичной продукции.

Найдите несколько правильных ответов:

11. Укажите пастбищные пищевые цепи:

- а) диатомовые водоросли – личинка поденки – личинка ручейника,
- б) мертвое животное – личинка падальной мухи – травяная лягушка – уж,
- в) нектар – муха – паук – землеройка – сова,

- г) коровий помет – личинка мухи – скворец – ястреб,
- д) листовая подстилка – дождевой червь – землеройка – горностай,
- е) бурая водоросль – улитка – кулик-сорока.

12. Выберите из списка названия животных, которых можно отнести к консументам второго порядка:

Слон, дизентерийная амеба, скорпион, паук, кролик, мышь, саранча, ястреб, гусь, антилопа, кобра, степная черепаха, бычий цепень, тля, божья коровка, майский жук.

13. Постройте в правильной последовательности экосистемы по мере убывания их продуктивности: ельники, арктические пустыни, влажные тропические леса, дубравы, степи.

14. Зная правило 10 %, рассчитайте, сколько понадобится фитопланктона, чтобы выросла одна щука весом 10 кг (пищевая цепь: фитопланктон – зоопланктон – мелкие рыбы – окунь – щука). Условно принимайте, что на каждом трофическом уровне всегда поедаются только представители предыдущего уровня.

15. Выберите правильное утверждение.

- а) биологическая продуктивность агроценоза выше, чем у любого естественного биоценоза;
- б) пирамида биомассы в океане может быть перевернутой;
- в) кислород в атмосферу поступает в основном в результате деятельности фитопланктона морей и океанов;
- г) все растения - продуценты;
- д) более 99 % энергии, поступающей на Землю, составляет химическая энергия.

Дайте развернутый ответ:

16. Могут ли в природе существовать экосистемы, в которых отсутствует одна из функциональных групп организмов? Рассмотрите варианты:

- а) без продуцентов, б) без консументов, в) без редуцентов.

17. Рассчитайте индекс сходства двух фитоценозов (растительных компонентов биоценозов), используя формулу Жаккара:

$$K = C \times 100\% / (A+B)-C ,$$

где А – число видов данной группы в первом сообществе, В – число видов данной группы во втором сообществе, а С – число видов, общих для двух сообществ. Индекс выражается в процентах сходства.

Первый фитоценоз – сосняк-черничник: сосна обыкновенная, черника, брусника, зеленый мох, майник двулистный, седмичник европейский, ландыш майский, гудьера ползучая, грушанка круглолистная.

Второй фитоценоз – сосняк-брусничник-зеленомошник: сосна обыкновенная, брусника, зеленый мох, ландыш майский, грушанка средняя, зимолюбка, вереск обыкновенный, кукушник, плаун булавовидный.

18. Если в лесу на площади 1 га взвесить отдельно всех насекомых, все растения и всех хищных позвоночных (земноводных, рептилий, птиц и млекопитающих вместе взятых), то представители какой группы суммарно будут самыми тяжелыми? самыми легкими? Объясните почему.

19. Какой абиотический фактор определяет вертикальную структуру биоценозов?

20. Приведите примеры видов, находящихся на вершинах экологических пирамид.

## **ЗАНЯТИЕ 12**

Тема. Биосфера. Биогеохимические круговороты.

Цель занятия: закрепить представление о биосфере как живой оболочке Земли; получить и закрепить представление о взаимосвязанности круговоротов биогенных элементов и веществ в биосфере.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. *Понятие о биосфере по В.И.Вернадскому.*
2. *Границы биосферы по В.И.Вернадскому.*
3. *Компоненты биосферы и их происхождение.*
4. *Роль живого вещества по В.И.Вернадскому.*

5. Биологические круговороты веществ – основа существования биосферы.

6. Энергетическое обеспечение биологического круговорота.

7. Круговорот воды.

8. Круговороты основных биогенных элементов: азота, серы, фосфора, кислорода и углерода. Роль живых организмов в этих круговоротах.

9. Изменения, вносимые человеком в биологический круговорот веществ.

Выполните задания

Задание 1. Заполните таблицу 11.

Таблица 11.

Основные черты биологических циклов некоторых химических элементов

Черты биологического круговорота	С	N	P	O	S
1. Форма существования элемента в неорганической среде.					
2. Форма элемента, вовлекающаяся в биологический круговорот.					
3. Организмы, участвующие в вовлечении элемента в биологический круговорот.					
4. Степень совершенства (замкнутости) биологического цикла элемента.					
5. Реакции превращения элемента внутри биологического круговорота.					
6. Какие организмы принимают участие в таких превращениях.					
7. Процесс, благодаря которому элемент возвращается в неорганическую среду.					
8. Организмы, участвующие в процессе выхода элемента из биологического круговорота.					

## ЗАНЯТИЕ 13

Тема: Ноосфера. Роль человека в судьбе биосферы. Основные экологические проблемы современности.

Цель занятия: Получить представление о ноосфере как этапе эволюции биосферы. Охарактеризовать роль человечества в развитии биосферы.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

- 1. Понятие ноосферы по В.И.Вернадскому и Т.де Шардену.*
- 2. Антропогенный фактор. Прямое и косвенное воздействие человека на биосферу.*
- 3. Экологические проблемы человечества.*
- 4. Международное сотрудничество в решении экологических проблем.*

Выполните задания

Задание 1. Расположите перечисленные источники получения энергии в порядке убывания их экологической безопасности: гидроэлектростанции (ГЭС) на равнинных реках; ГЭС на горных реках; атомные электростанции; солнечные станции; теплоэлектростанции (ТЭЦ) на угле; ТЭЦ на природном газе; ТЭЦ на торфе; ТЭЦ на мазуте; приливно-отливные электростанции; ветряные электростанции.

Задание 2. Почему в черте города заболеваемость деревьев выше, а продолжительность их жизни меньше, чем в близлежащей сельской местности?

Задание 3. Известно, что составляющие нефть вещества в воде в основном нерастворимы и, в сравнении с другими загрязнителями, слабо токсичны. Почему же загрязнение вод нефтепродуктами считается одним из самых опасных?

Задание 4. Рассмотрите таблицу 12, в которой показано количество выбрасываемых в атмосферу (в тысячах тонн) в Республике Татарстан основных загрязняющих веществ в 2012г.



Таблица 12.

Выбрасываемые в атмосферу загрязняющие вещества в РТ в 2012 г. (тыс. т)  
(Государственный доклад о состоянии природных ресурсов и об охране  
окружающей среды РТ в 2012 г)

загрязняющие вещества	стационарные источники	транспорт
пыль	14,2	-
диоксид серы	25,4	-
оксид углерода	66,2	247,0
оксиды азота	38,8	13,7
углеводороды (с учетом летучих органических соединений)	139,7	56,6

Рассчитайте, какое количество загрязняющих веществ в год (в тыс. т) выделяют в атмосферу республики транспорт и стационарные источники (заводы, фабрики и т.п.). Кто загрязняет атмосферу больше: транспорт или стационарные источники? Во сколько раз? Рассчитайте, сколько килограммов атмосферных загрязняющих веществ приходится в год на одного жителя РТ (население РТ составляет 3803,1 тыс. человек).

## ЗАНЯТИЕ 14

Тема. Рациональное природопользование.

Цель занятия. Определить цели и задачи рационального природопользования как науки. Охарактеризовать основные принципы и аспекты рационального природопользования.

*Вопросы для самостоятельной подготовки к занятию:*

1. *Классификация ресурсов планеты и их использование в настоящее время.*
2. *Нерациональное и рациональное природопользование. Основные принципы рационального природопользования.*

3. *Современные ресурсосберегающие технологии.*
4. *Отраслевое рациональное природопользование (добывающая и обрабатывающая промышленность, лесопользование, энергетика, сельскохозяйственное и рекреационное природопользование, транспортная сфера, связь, военно-промышленный комплекс).*
5. *Ресурсное рациональное природопользование (проблемы опустынивания, мирового водопотребления, дефицита пресной воды, межбассейновой и внутрибассейновой переброски речного стока, транспортировки айсбергов, истребления лесов, сокращения видового разнообразия животного мира).*
6. *Территориальное рациональное природопользование (природопользование в городских агломерациях, сельскохозяйственных районах, экстремальных и лесных районах, обострение проблем природопользования в развивающихся странах, различия развивающихся стран по условиям и характеру природопользования).*

Выполните задания

Задание 1. Выберите из предложенного списка исчерпаемые невозобновимые природные ресурсы: рыбы, растения, энергия морских приливов, энергия ветра, уголь, атмосферный воздух, птицы, нефть, воды океанов, пресные воды, железосодержащие руды, почва, солнечная энергия, медный колчедан, полиметаллические руды, природный газ, поваренная соль, леса, солнечный свет, млекопитающие, торф, жемчуг.

Задание 2. Почему ученые-экологи считают, что люди, экономно расходующие воду, электроэнергию, газ, пищу, предметы обихода, реально охраняют природу?

Задание 3. В чем преимущество замкнутых технологий использования воды по сравнению со строительством совершенных очистных сооружений?

Задание 4. В степных экосистемах в течение длительного времени формировались самые плодородные почвы: черноземные и каштановые. В 50-е г. XX в. в СССР и в Канаде проводилось освоение целинных земель: распашка

степей для выращивания на них пшеницы и других зерновых культур. Почему некоторые ученые выступали против распашки степей и использования их для выращивания сельскохозяйственных культур? К каким последствиям может привести частая обработка (в первую очередь отвальная вспашка) почвы в степи?

Задание 5. Среди перечисленных животных есть исчезнувшие по вине человека, находящиеся на грани исчезновения и спасенные человеком от вымирания. Распределите указанные виды по соответствующим колонкам таблицы.

Сайгак, дронг, кулан, лошадь Пржевальского, тарпан, бизон, зубр, стеллерова корова, белый медведь, индийский носорог, лось, синий кит, кашалот, калан, джейран, тур, странствующий голубь, бобр, соболь, слоновая черепаха, зебра-квагга, выхухоль, выдра, краснозобая казарка, журавль-стерх, гепард, дрофа, моа (гигантский страус).

*Таблица 13.*

Роль человека в судьбе некоторых видов животных

Исчезнувшие виды	Виды, находящиеся на грани исчезновения	Виды, спасенные от вымирания

## Литература

1. Бигон, М. Экология. Особи, популяции, сообщества / М. Бигон, Дж. Харпер, К. Таунсенд – М.: Наука, 1989. – Т.1 – 667с. ; Т.2 – 477с.
2. Демина, Т.А. Экология, природопользование, охрана окружающей среды: Пособие для уч-ся ст. кл. общеобразоват. учреждений / Т.А. Демина – М.: «Аспект Пресс», 2000. – 143с.
3. Жигарев, И.А. Основы экологии. 10 (11) класс: Сборник задач, упражнений и практических работ / И.А. Жигарев, О.Н. Пономарева, Н.М. Чернова – М.: Дрофа, 2002. – 208 с.
4. Захаренкова, Р.И. Рассказы про энерго- ресурсосбережение / Р.И. Захаренкова, В.И. Савченков. – Смоленск: «Смядынь», 2001. – 126 с.
5. Кормилицын, В. И. Основы экологии: Учеб. пособие / В.И. Кормилицын, М.С. Цицкишвили, Ю.И. Яламов. – М.: ИНТЕРСТИЛЬ, 1997. – 366 с.
6. Лукьянчиков, Н.Н. Экономика и организация природопользования / Н.Н.Лукьянчиков, И.М.Потравный. – М.:ЮНИТИ, 2002. – 456 с.
7. Ларионова, Е.В. Практикум по экологии / Е.В. Ларионова – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 125 с.
8. Очерки по истории экологии. М., 1970. – 256 с.
9. Пианка, Э. Эволюционная экология / Э. Пианка – М., 1981. – 400 с.
10. Реймерс, Н.Ф. Природопользование: словарь-справочник / Н.Ф. Реймерс. – М.: Мысль, 1990. – 639 с.
11. Семерной, В.П. Общая экология: Метод. указания к семинарским занятиям / В.П. Семерной. – Ярославль, 2002. – 36 с.
12. Трушина, Т.П. Экологические основы природопользования / Т.П. Трушина. – Ростов-на-Дону, 2001. – 384 с.
13. Чернова, Н.М. Общая экология / Н.М. Чернова, А.М. Былова. – М.: Дрофа, 2004. – 416 с.